

Технічні науки

УДК 622.692.4

**Михалків Володимир Богданович**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Михалкив Владимир Богданович**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтохранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Mykhalkiv Volodymyr**

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of*

*Gas and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage Stores*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАГАТОСТУПЕНЕВОГО  
КОМПРИМУВАННЯ ГАЗУ  
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО  
КОМПРИМИРОВАНИЯ ГАЗА  
INCREASE MULTI-STAGE EFFICIENCY  
GAS COMPRESSIONS**

*Анотація.* Виконані дослідження ефективності компримування газу автомобільною газонаповнювальною компресорною станцією.

*Ключові слова:* природний газ, компресор, потужність, коефіцієнт корисної дії.

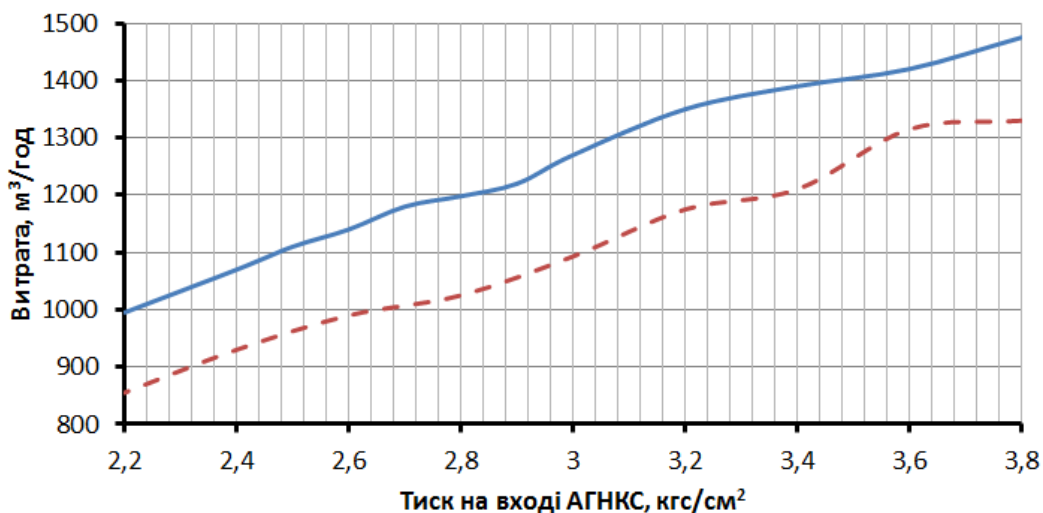
*Аннотация.* Выполненные исследования эффективности компримирования газа автомобильной газонаполнительной компрессорной станцией.

**Ключевые слова:** природный газ, компрессор, мощность, коэффициент полезного действия.

**Summary.** Studies of gas compression efficiency of automobile gas-filling compressor station have been performed.

**Key words:** natural gas, compressor, power, coefficient of efficiency.

З метою підвищення ефективності багатоступеневого компримування газу досліджувались режими компримування газу на АГНКС. Визначалась залежність режимів роботи компресорів від різних зовнішніх чинників. Основним таким чинником є тиск газу на вході АГНКС. Установлено залежність продуктивності компресора від тиску на вході (рисунок 1).



---- без установки осушення газу - - - з установкою осушення газу

**Рис. 1.** Залежність продуктивності компресора від тиску на вході

Як видно з рисунку 1 з ростом тиску на вході компресорної установки (КУ) пропорційно зростає продуктивність, також зростає споживана потужність.

Крім того на АГНКС працює установка осушення газу [1], робота якої в процесі забезпечується за рахунок роботи КУ. Тому було визначено вплив роботи установки осушення газу на продуктивність та потужність КУ. При роботі установки осушення газу продуктивність КУ зменшується від 145

м<sup>3</sup>/год. при тиску на вході 3,8 МПа до 285 м<sup>3</sup>/год. при тиску на вході 2,2 МПа. Як видно з ростом тиску на вході КУ втрати продуктивності зменшуються. При цьому зменшуються витрати електроенергії на підігрів газу регенерації.

Також в процесі регенерації втрачається деяка потужність КУ, яка необхідна для прокачування газу регенерації. Величина втрати потужності подана на рисунку 2. З рисунку видно, що при тиску 3,8 МПа і більше втрата потужності становить менше 0,5 %. З падіння тиску на вході КУ втрати потужності зростають і при 2,2 МПа вже становлять більше 5,5 %, тобто зростають в 11 разів. Таким чином втрат потужності на регенерацію установки осушення газу досить істотно впливають на роботу КУ.

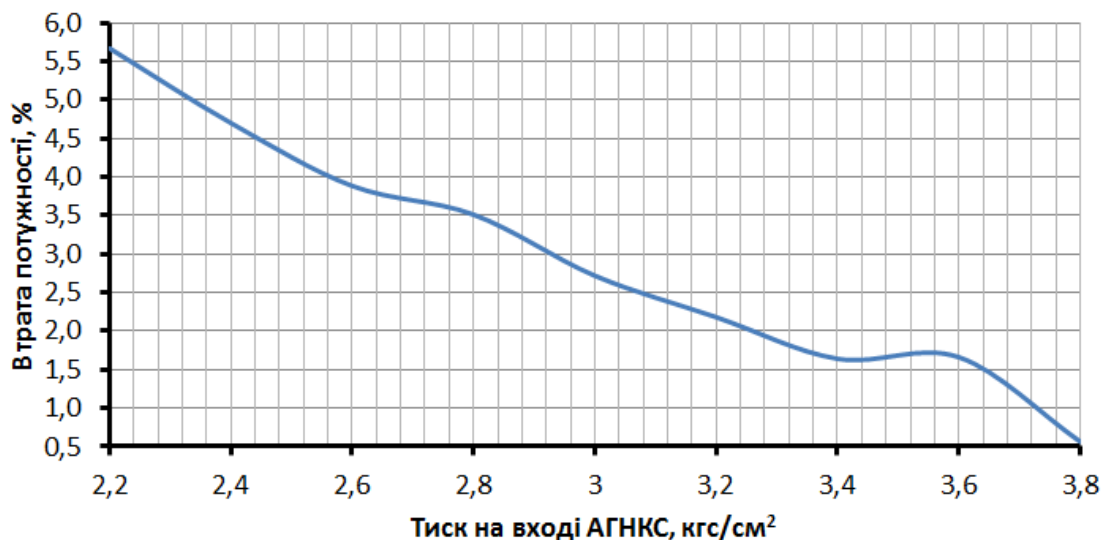


Рис. 2. Втрати потужності КУ на регенерацію

Компресорні установки АГНКС працюють з проміжним охолодженням газу після ступенів підвищення тиску [2]. То ж доцільно визначити вплив системи охолодження газу на роботу КУ. Як правило охолоджувачі газу влаштовуються після кожного ступеня підвищення тиску. Тому система охолодження впливає на ступені підвищення тиску починаючи з другого. Було розглянуто вплив недоохолодження газу на роботу КУ. Для цього задавались різні температури газу після системи охолодження кожного ступеня підвищення тиску. Втрати потужності

компримування газу за рахунок системи охолодження наведені на рисунку 3.

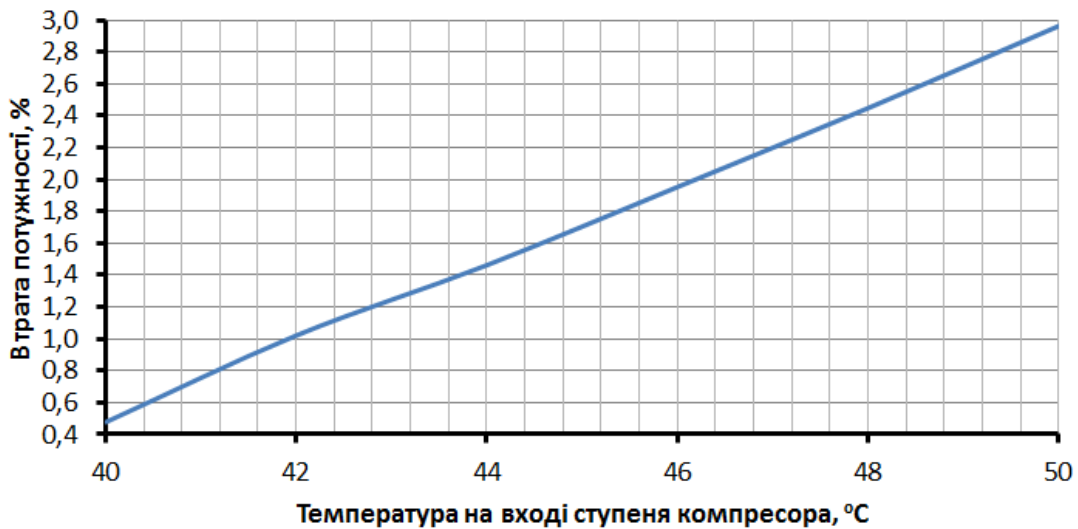


Рис. 3. Втрата потужності КУ від температури газу на вході

Як видно з рисунку 5.4 при зростанні температури газу на вході КУ потужність зменшується. Зростання температури на вході КУ на 10 градусів викликає зменшення потужності на 3 %.

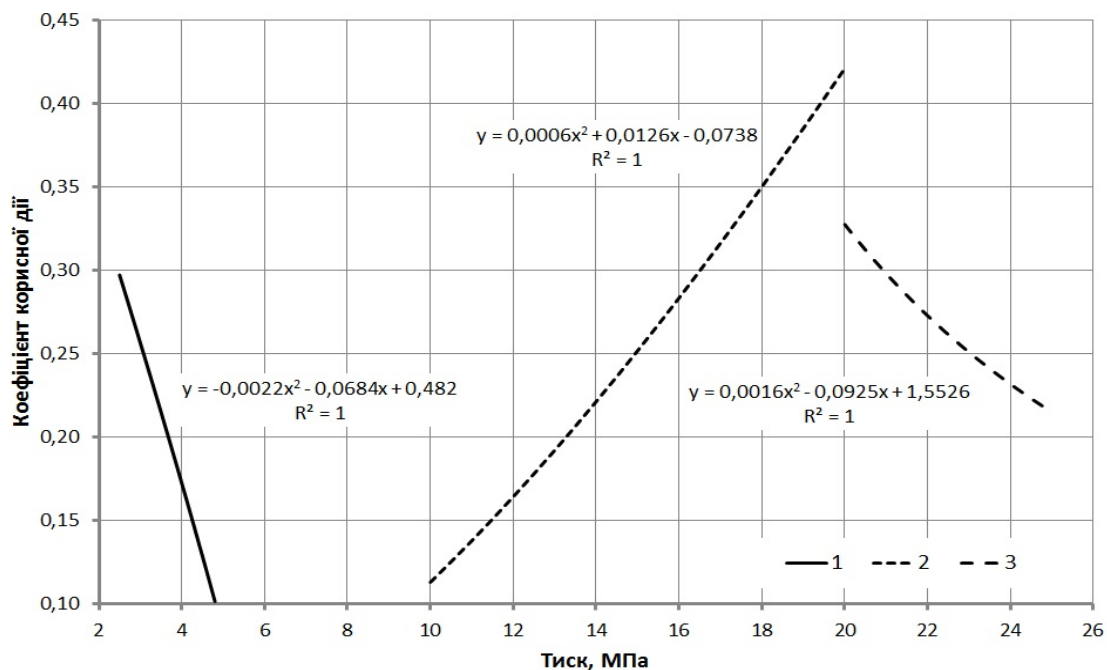
Основною характеристикою енергоефективності процесу є ККД. Сучасні АГНКС передбачають здійснення заправки газобалонних установок автомобілів з проміжної місткості – акумулятора газу. Це дозволяє стабілізувати роботу компресорів, знизити частоту їх включення і спростити автоматизацію АГНКС. Така схема заправки має два суттєвих недоліки: перевитрату енергії на компримування газу і недозаправку газобалонних установок.

Суть першого недоліку полягає в тому, що весь газ стискається до тиску, що перевищує максимальний тиск в балонах автомобіля, в той час як для заповнення газобалонної установки тільки остання порція газу повинна стискатися до робочого тиску. Весь інший газ потрібно стискати до більш низького тиску. Формула для коефіцієнта корисної дії заправки з місткості має вигляд [3].

$$\eta_{зпр} = \frac{\frac{k}{2k-1} \cdot \left(\frac{P_p}{P_{ес}} - 1\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \cdot \frac{P_p}{P_{ес}} - 1}{\left(\frac{P_e}{P_{ес}}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1} \cdot \frac{P_{ес}}{P_e} - 1 \quad (1)$$

За формулою (1) визначались значення ККД заправки при різних режимах роботи АГНКС.

Досліджено залежність значення ККД від наступних параметрів: тиск газу на вході АГНКС; тиск газу в акумуляторі газу; кінцевий тиск газу в газобалонній установці автомобіля. Залежності ККД від вище наведених параметрів показано на рисунку 4.



1 – залежність ККД заправки від тиску газу на вході АГНКС; 2 – залежність ККД заправки від кінцевого тиску газу в газобалонній установці автомобіля; 3 – залежність ККД заправки від тиску газу в акумуляторах газу

**Рис. 4. Залежність ККД заправки від тиску газу**

ККД заправки при зростанні тиску на вході АГНКС зменшується. В залежності від типу АГНКС ККД змінюється від 2,5 до 3 разів, або від 10 % до 30 % на АГНКС 250 та від 20 % до 50 % на АГНКС 500. Це зумовлюється різними тисками на вході різних типів АГНКС.

Найбільше змінюється ККД заправки при заповнення газобалонної установки автомобіля. Очевидно, що коефіцієнт корисної дії заправки буде становити максимального значення лише при повній заправці балонів автомобіля. В цьому разі ККД буде коливатися від 12 % до 43 %. Причому процес заповнення балонів автомобіля має найбільший вплив на енергоефективність роботи АГНКС.

Залежність коефіцієнта корисної дії заправки від тиску в акумуляторах газу є найменш істотною, значення ККД коливається від 22 % до 33 % і при зростанні тиску в акумуляторах газу зменшується.

Як бачимо, збільшення коефіцієнта корисної дії заправки можна досягти при наступних умовах: низький тиск газу на вході АГНКС; низький тиск газу в акумуляторі газу; високий кінцевий тиск газу в газобалонній установці автомобіля.

При дотриманні перерахованих вимог і підтримання всіх основних параметрів в оптимальних межах ефективність роботи АГНКС може становити приблизно 30...50 % в залежності від типу АГНКС.

### **Література**

- 1 Трубопровідний транспорт газу / М. П. Ковалко, В. Я. Грудз, В. Б. Михалків та ін. Київ: АренаЕКО. 2002. 600 с.
- 2 Автомобільні газонаповнювальні компресорні станції (АГНКС): монографія / В. Я. Грудз, Я. В. Грудз, В. В. Костів, В. Б. Михалків. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2014. 320 с.: іл., рис., табл.
- 3 Михалків, В. Б., В. М. Цахнів. Підвищення енергоефективності заправки стисненим газом на АГНКС [Текст] / Машини, обладнання і матеріали для нарощування вітчизняного видобутку нафти і газу PGE - 2018 : матеріали міжнар. наук.-техн. конф. (Івано-Франківськ, 24-27 квіт. 2018 р.). Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2018. С. 337-340.